

**ВЛИЯНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО НАПОЛНИТЕЛЯ
НА СВОЙСТВА СТЕКЛОГЕРМЕТИКОВ
ДЛЯ ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Вепрева А.И., Дубовцев Д.Ю., Крайнова Д.А., Саева Н.С., Кузьмин А.В.

Вятский государственный университет

610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

Надежная коммутация при соединении единичных элементов в батарее – одна из основных проблем, требующих решения при создании энергоустановок на основе твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ). К герметикам для ТОТЭ предъявляется ряд требований, таких как стойкость в окислительной и восстановительной атмосферах, способность выдерживать высокие рабочие температуры (800–1000 °С), термическая и химическая совместимость с материалами ТОТЭ. Данным требованиям соответствуют высокотемпературные стекла и стеклокерамики, которые представлены на международном рынке, но не имеют коммерческих отечественных аналогов. Однако, стекла обладают невысокой механической прочностью, а стеклокерамики склонны к растрескиванию из-за изменения термических свойств в процессе эксплуатации.

Ранее нам удалось получить мало подверженное кристаллизации стекло $59.6\text{SiO}_2\text{--}11.0\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}6.6\text{ZrO}_2\text{--}3.4\text{CaO--}15.4\text{Na}_2\text{O--}4\text{Y}_2\text{O}_3$ (мас. %) [1,2], которое при температуре 850°C остается преимущественно аморфным и размягчается. Это может привести к смещению конструктивных элементов блока ТОТЭ и нарушению герметичности соединения. Одним из путей решения этой проблемы является введение керамических наполнителей в стеклянную матрицу, что повышает вязкость композита при высоких температурах.

В данной работе в качестве наполнителей использовались порошки MgO , Al_2O_3 и MgAl_2O_4 . Были получены композиты с добавкой наполнителя 10 и 20 мас. %, которые исследовались методами рентгенофазового анализа, растровой электронной микроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии и дилатометрии. Установлено, что введение выбранных наполнителей незначительно влияет на величину ТКЛР композитов относительно исходного стекла ($9,1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$): например, для композита стекло + 20 мас. % MgAl_2O_4 величина ТКЛР составляет $9,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Также введение керамического наполнителя позволило увеличить вязкость герметика при температуре эксплуатации. Полученные композиты могут быть рекомендованы в качестве герметика для ТОТЭ.

1. *Krainova D.A. et al.* Non-crystallising glass sealants for SOFC: Effect of Y_2O_3 addition // *Ceram. Int.* 2020. Vol. 46, Nr 4. P. 5193–5200.

2. *Krainova D.A. et al.* Long-term stability of SOFC glass sealant under oxidising and reducing atmospheres // *Ceram. Int.* 2021. Vol. 47, Nr 7. P. 8973–8979.